

PAT-NO: JP406220603A
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 06220603 A
TITLE: SURFACE LAYER OF ROTER AND STATOR BLADE
PUBN-DATE: August 9, 1994

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
ENDO, TADAYOSHI	
NAKAMORI, MASA HARU	
KAYANO, ISAMU	
TAKAHASHI, KOJI	
HIROTA, NORI HIDE	

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
MITSUBISHI HEAVY IND LTD	N/A

APPL-NO: JP04049229
APPL-DATE: March 6, 1992

INT-CL (IPC): C23 C 004/08

US-CL-CURRENT: 427/456

ABSTRACT:

PURPOSE: To further improve the high-temp. corrosion resistance by coating the blade surface alternately with a first layer of (Co)NiCrAlY of specified composition and a second layer of Co(Ni)CrAlY by low-pressure plasma spraying.

CONSTITUTION: The blade surface is alternately coated with a first layer of NiCrAlY contg., by weight, 20-25% Cr, 6-8% Al and 0.5-1% Y or CoNiCrAlY (Co/Ni unspecified) and a second layer of CoCrAlY contg. $\geq 30\%$ Cr, $\geq 10\%$ Al and 0.5-1% Y or CoNiCrAlY (Co/Ni unspecified) by low-pressure plasma spraying, and the process is repeated in accordance with the degree of corrosion resistance. Or, the surface is coated with the first layer, a second layer of NiCrAlPtY contg. 1-5% Pt, 20-25% Cr, 6-8% Al and 0.5-1% Y or CoNiCrAlPtY (Co/Ni unspecified) and a third layer of NiCrAlY contg. $\geq 30\%$ Cr, $\geq 10\%$ Al and 0.5-1% Y or CoNiCrAlY (Co/Ni unspecified) by low-pressure plasma spraying.

COPYRIGHT: (C)1994,JPO&Japio

(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-220603

(43)公開日 平成6年(1994)8月9日

(51)Int.Cl.⁵

識別記号

庁内整理番号

FI

技術表示箇所

C 2 3 C 4/08

審査請求 未請求 請求項の数 2 OL (全 7 頁)

(21)出願番号 特願平4-49229

(22)出願日 平成4年(1992)3月6日

(71)出願人 000006208

三菱重工業株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目5番1号

(72)発明者 遠藤 忠良

兵庫県高砂市荒井町新浜二丁目1番1号

三菱重工業株式会社高砂研究所内

(72)発明者 中森 正治

兵庫県高砂市荒井町新浜二丁目1番1号

三菱重工業株式会社高砂研究所内

(72)発明者 榎野 勇

兵庫県高砂市荒井町新浜二丁目1番1号

三菱重工業株式会社高砂研究所内

(74)代理人 弁理士 内田 明 (外2名)

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 動・静翼表面層

(57)【要約】 (修正有)

【目的】ガスタービンなどの動・静翼に密着性、高耐食性に優れた表面層を付与する。

【構成】20～25wt%Cr、6～8wt%Al、0.5～1wt%Yを含むNiCrAlY又はCoNiCrAlY(Co/Ni比は任意)を低圧プラズマ溶射にてコーティングした第1層と、30wt%以上のCr、10wt%以上のAl及び0.5～1wt%のYを含むCoCrAlY又はCoNiCrAlY(Co/Ni比は任意)を低圧プラズマ溶射にてコーティングした第2層とを交互に形成する。

1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 20～25wt%Cr、6～8wt%Al、0.5～1wt%Yを含むNiCrAlY又はCoNiCrAlY (Co/Ni比は任意)を低圧プラズマ溶射にてコーティングした第1層と、30wt%以上のCr、10wt%以上のAl及び0.5～1wt%のYを含むCoCrAlY又はCoNiCrAlY (Co/Ni比は任意)を低圧プラズマ溶射にてコーティングした第2層とを交互に形成してなる動・静翼表面層。

【請求項2】 20～25wt%Cr、6～8wt%Al、0.5～1wt%Yを含むNiCrAlY又はCoNiCrAlY (Co/Ni比は任意)を低圧プラズマ溶射にてコーティングした第1層、1～5wt%Pt、20～25wt%Cr、6～8wt%Al、0.5～1wt%Yを含むNiCrAlPtY又はCoNiCrAlPtY (Co/Ni比は任意)を低圧プラズマ溶射にてコーティングした第2層、30wt%以上のCr、10wt%以上のAl、0.5～1wt%Yを含むNiCrAlY又はCoNiCrAlY (Co/Ni比は任意)を低圧プラズマ溶射にてコーティングした第3層からなる動・静翼表面層。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明はガスタービンなどに適用される高耐食性を有する動・静翼の表面層に関する。

【0002】

【従来の技術】コンバインドサイクルプラントに代表される高効率化された最近の産業用ガスタービンのタービン入口ガス温度の上昇は著しく1300℃以上となっている。このような高温ガスに曝露される動・静翼に使用される耐熱合金は精力的な研究開発が行なわれ、その許容使用温度も年々上昇しているが、実用合金では850～900℃程度である。このため、実機ガスタービンでは薄肉化した内部空気冷却翼が用いられている。

【0003】一方、使用される燃料はLNG、副生ガスや重油におよび最近では石炭を液化又はガス化して利用することも研究されているため、空気冷却翼の高温酸化や高温腐食防止を目的として低圧プラズマで溶射法(以下、VPSという)によりNiCoCrAlYやCoCrAlYなどの耐食合金のコーティングが行なわれている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】高温化されたガスタービンにおいて、直接燃焼ガスと接触する動・静翼はガス温度の上昇にともなって酸化速度や腐食速度が増加し、前記のような耐食コーティングを行った場合でも燃料や燃焼空気より高温腐食成分が持込まれると顕著な腐食損傷を受ける事態が出現している。このため、より一層高温耐食性にすぐれた耐食性を有する動・静翼の出現が望まれている。

2

【0005】本発明は上記技術水準及び上記要望に応じ、高温耐食性にすぐれた動・静翼の表面層を提供しようとするものである。

【0006】

【課題を解決するための手段】本発明は

(1) 20～25wt%Cr、6～8wt%Al、0.5～1wt%Yを含むNiCrAlY又はCoNiCrAlY (Co/Ni比は任意)を低圧プラズマ溶射にてコーティングした第1層と、30wt%以上のCr、10wt%以上のAl及び0.5～1wt%のYを含むCoCrAlY又はCoNiCrAlY (Co/Ni比は任意)を低圧プラズマ溶射にてコーティングした第2層とを交互に形成してなる動・静翼表面層。

【0007】(2) 20～25wt%Cr、6～8wt%Al、0.5～1wt%Yを含むNiCrAlY又はCoNiCrAlY (Co/Ni比は任意)を低圧プラズマ溶射にてコーティングした第1層、1～5wt%Pt、20～25wt%Cr、6～8wt%Al、0.5～1wt%Yを含むNiCrAlPtY又はCoNiCrAlPtY (Co/Ni比は任意)を低圧プラズマ溶射にてコーティングした第2層、30wt%以上のCr、10wt%以上のAl、0.5～1wt%Yを含むNiCrAlY又はCoNiCrAlY (Co/Ni比は任意)を低圧プラズマ溶射にてコーティングした第3層からなる動・静翼表面層。である。

【0008】すなわち、第1発明、第2発明とも、主として粗悪燃料焚き高温ガスタービンに使用することを目的として、次のような特徴を有する表面処理を行った高耐食性表面処理動・静翼である。

【0009】(1) 図1によって第1発明を更に詳述する。被処理物である動・静翼に対して、20～50μmの厚さで密着性にすぐれた20～25wt%Cr、6～8wt%Al、0.5～1wt%Yを含むNiCrAlY又はCoNiCrAlY (残部: Ni又はNi, Co、Co/Niは任意) よりなる第1層1を低圧プラズマ溶射 (VPS) にてコーティングする。引続き、30wt%以上のCr、10wt%以上のAl及び、0.5～1.0wt%のYを含むCoCrAlY又はCoNiCrAlY (残部: Ni又はNi, Co、Co/Niは任意) よりなる第2層2を20～50μm厚さでVPS処理を行う。第1層1、第2層2を形成する工程を付与する耐食性の程度に応じて繰返す(例えば3回繰返すと全膜厚は120～300μmとなる。)。上記のVPS処理を行った後、所定の熱拡散処理を行うことにより第1発明の高耐食性表面処理層をもった動・静翼が得られる。

【0010】(2) 図2によって第2発明を更に詳述する。被処理物である動・静翼に対して、20～50μmの厚さで密着性にすぐれた20～25wt%Cr、6～8wt%Al、0.5～1wt%Yを含むNiCrAl

Y又はCoNiCrAlY(残部: Ni又はNi, Co、Co/Niは任意)よりなる第1層1を低圧プラズマ溶射(VPS)にてコーティングする。動翼又は静翼を溶射チャンバーから取出すことなく、引き続き1~5wt%Pt、20~25wt%Cr、6~8wt%Al、0.5~1wt%Yを含むNiCrAlPtY又はCoNiCrAlPtY(残部: Ni又はNi, Co、Co/Niは任意)よりなる第2層2をVPSにて10~20 μ m溶射する。さらに、30wt%以上のCr、10wt%以上のAl、0.5~1wt%Yを含むCoCrAlY又はCoNiCrAlY(残部: Co又はCo, Ni、Co/Niは任意)よりなる第3層3を50~300 μ m厚さを目標にVPSにて処理後、溶射チャンバーより取出し所定の熱処理を行うことにより、第2発明の高耐食性表面処理層をもった動・静翼が得られる。

【0011】

【作用】

(1) 第1発明の作用

第1層及び中間層として溶射した20~25wt%Cr、6~8wt%Al、0.5~1.0wt%Yを含むNiCrAlY又はCoNiCrAlYは耐食性ととともに被処理材(基材)との密着性に富み、高温使用や起動停止に伴い処理層が剥離したり、割れを発生することを防止する。また、表層及び中間層として溶射した30wt%以上のCr、10wt%以上のAl、0.5~1.0wt%Yを含むCoCrAlY又はCoNiCrAlYはその高Cr、Al含有量によりすぐれた高温耐食性を発揮する。

【0012】30wt%以上のCr、10wt%以上のAl、0.5~1.0wt%Yを含むCoCrAlY又はCoNiCrAlYのみでは被処理材(基材)との密着性にやや難点があり、溶射中や使用中に剥離や割れを発生することがあるが、20~25wt%Cr、6~8wt%Al、0.5~1.0wt%Yを含むNiCrAlY又はCoNiCrAlYと組合せることにより剥離や割れを防止することができる。また、高Cr、Alを含有した合金を多層処理することにより、高温使用に伴い、Cr、Alが被処理材へ拡散し、処理層中のCr、Al濃度が減少することを防止できる。

【0013】MCrAlY合金(M=Co, Ni, Feなどは高温耐食合金として有名であるが、多量のCr及びAlを含むため、延性に乏しく、機械的強度も劣るので、もっぱら溶射やイオンプレーティングによる表面処理材として用いられている。NiやCoなどをベースとする合金の耐食性はCrやAlの含有量に依存し、例えばLewis-Smithらによると次の如く、クロム(Cr)当量として示されている。

クロム当量=%Cr+0.7(%Al+1.5Ti)

【0014】このように合金中のCrやAlは一定範囲

(例えばCr=50wt%、Al=20wt%)では多いほど耐食性は向上するが、CrやAlが増加するとコーティング皮膜としても延性や強度が不足し、割れや剥離を生じやすくなる。このため、コーティング皮膜中のCr、Al量はそれぞれ35wt%、15wt%程度が実用上の上限となっている。

【0015】また、Yの添加は酸化皮膜の密着性を向上させるが、その効果は1wt%以上では特に効果が認められないばかりか、多量の含有は耐食性を損う。

【0016】以上の解析より、第1発明では第1層のNiCrAlY又はCoNiCrAlY中のCrの実用上の上限は35wt%であるが、その上限を25wt%とし、Alの実用上の上限は15wt%であるが、その上限を8wt%としたものである。なおCr: 20wt%未満、Al: 6wt%未満では耐食性向上の効果はなかった。またYは上記解析の結果、密着性向上の効果を奏する下限量0.5wt%とし、耐食性を損なわない1wt%以下とした。

【0017】また、第1発明の第2層のCoCrAlY又はCoNiCrAlY中のCr、Al、Yの含有量も前記の解析に基づいて認定されたものである。

【0018】(2) 第2発明の作用

最終層(第3層)として処理された30wt%以上のCr、10wt%以上のAl、0.5~1wt%Yを含むCoCrAlY又はCoNiCrAlYはその高Cr、Al含有量によりすぐれた高温耐食性を発揮する。中間層(第2層)として処理されたPtを含有したNiCrAlPtY又はCoNiCrAlPtYはPtによりすぐれた耐食性を発揮するとともに高温使用によりPtが濃縮して表層中のCr、Alが拡散しその濃度が低下することを防ぐ拡散障壁として作用する。さらに、第一層として翼材表面に溶射されたNiCrAlY又はCoNiCrAlYは熱拡散処理により十分翼材に拡散するとともに柔軟性に富むため、高温使用や起動停止に伴い表面処理層が剥離したり、割れを発生することを防止することができる。

【0019】第2発明において、第1層~第3層のCr、Al、Yの含有量の限定理由は第1発明に説明した理由と同じである。第2層にPtを含有させた理由はPtは耐食性向上に寄与するからであるが、その耐食性を発揮させるためには最低1wt%必要であり、5wt%以上含有させてもその有意差が認められないので、Ptの量は1~5wt%に限定したものである。

【0020】

【実施例】

(実施例1~4) 本発明の第1発明による実施例1~4を後記表3にまとめて示した。なお、これら実施例において被処理材として静翼(ECY768)を用いた。動翼(IN738LC)を用いた場合でも前処理~溶射~熱処理プロセスは全く同一である。

【0021】さらに、前処理及び溶射、熱処理要領は次のとおりである。

○前処理

16〜36メッシュアルミナ粒子により数分間ブラスト処理を行う。

*○低圧プラズマ溶射(PVS)

前処理の終わった被処理物を低圧プラズマ溶射容器内に取付け、下記表1に示した要領で溶射を行った。

【0022】

【表1】

表 1

項 目	区 分	ク リ ー ニ ン グ	予 熱	溶 射
チャンパー	(mbar)	30〜40	45〜55	55〜65
スプレーディスタンス	(mm)	250〜275	290〜320	270〜280
Ar 流量	(l/min)	50〜60	45〜55	40〜50
H ₂ 流量	(l/min)	0	7〜9	8〜10
電 流	(Amp)	490〜510	590〜610	670〜700
電 圧	(V)	58〜62	60〜65	62〜67
パウダーフィード	(%)	—	—	12〜16
トランスファー電流	(A)	45〜55	—	—
キャリアガス流量	(l/min)	—	1.8〜2.0	1.8〜2.0

○熱処理

真空炉を利用して、1190℃、2時間の加熱処理を行った。

※8、IN738LCは下記表2のような組成のものである。

30 【0024】

【0023】なお上記静翼、動翼に用いたECY76

※ 【表2】

表 2

合 金	化 学 組 成 (%)													
	Co	Cr	Ni	Ti	W	Ta	C	Al	Zr	B	Fe	Si	Mn	S
ECY768	Bal	23.5	9.86	0.22	7.18	3.75	0.61	0.21	0.01	0.001	0.06	<0.10	<0.10	0.001
IN738LC	8.30	15.9	Bal	1.75	2.54	1.73	0.09	3.42	0.03	0.008	0.10	<0.05	<0.05	<0.005

【0025】静翼材ECY768及び動翼材IN738LCを基材として下記表3に示す実施例1〜4と、Co-20Ni-25Cr-8Al-0.5Y, Ni-25Cr-6Al-0.5Y, Co-30Cr-12Al-1Y, Co-20Ni-35Cr-15Al-0.5Y★

★をそれぞれ200μm厚さを目標に径12mm×長さ100mmの丸棒へVPS溶射して試験片を作成し次のような要領で密着性及びその耐食性を比較した。

【0026】

【表3】

表 3

実施例 成分 処理層	1						2						3						4					
	Co	Ni	Cr	Al	Y	膜厚	Co	Ni	Cr	Al	Y	膜厚	Co	Ni	Cr	Al	Y	膜厚	Co	Ni	Cr	Al	Y	膜厚
第1層	B	20	25	8	0.5	50	B	30	20	6	1.0	20	—	B	25	6	0.5	50	—	B	20	8	1.0	30
第2層	B	—	30	12	1	50	B	—	35	15	0.5	20	B	20	30	12	1	50	B	20	35	15	0.5	50
第3層	B	20	25	8	0.5	30	B	30	20	6	1.0	20	—	B	25	6	0.5	50	—	B	20	8	1.0	30
第4層	B	—	30	12	1	50	B	—	35	15	0.5	30	B	20	30	12	1	50	B	20	35	15	0.5	50
第5層	—						B	30	20	6	1.0	20	—						—	B	20	8	1.0	30
第6層	—						B	—	35	15	0.5	30	—						B	—	35	15	0.5	50
第7層	—						B	30	20	6	1.0	20	—						—					
第8層	—						B	—	35	15	0.5	30	—						—					

注1) 被処理材 静翼(材質: EGY768)、動翼(材質: IN738LC)

注2) 成分はwt%

注3) 膜厚はμm

注4) Bはバランス

【0027】(1) 密着性(熱衝撃試験)

各試験片を1000℃に加熱、15分間保持後、水中(室温)へ投入する試験を5回繰返し、その結果を表4にとりまとめた。実施例1~4及びCo-20Ni-25Cr-8Al-0.5Y、Ni-25Cr-6Al-0.5Yは試験後もクラックや剥離等の発生もなく健全*

表 4

*であったのに対し、Co-30Cr-12Al-1Yは第1回試験、Co-20Ni-35Cr-15Al-0.5Yは第2回試験にて、クラックが発生し、5回終了後にはいずれも処理層が一部脱落していた。

【0028】

【表4】

試験数	実 施 例				Co-20Ni-25Cr-8Al-0.5Y	Ni-25Cr-6Al-0.5Y	Co-30Cr-12Al-1Y	Co-20Ni-35Cr-15Al-0.5Y
	1	2	3	4				
1	両基材とも異常なし	←	←	←	←	←	両基材とも小クラック発生	両基材とも異常なし
2	同 上	←	←	←	←	←	クラック幅やや拡大	両基材とも小クラック発生
3	同 上 (やや黒色化)	(←)	(←)	(←)	(←)	(←)	同上	クラック幅やや拡大
4	同 上	←	←	←	←	←	同上	同上
5	同 上	←	←	←	←	←	両基材とも小脱落あり	EGY768にて小脱落あり

注) 熱衝撃試験条件 1000℃(15min) ⇔ 水中(室温)、5回繰返し

【0029】(2) 耐食性(高温腐食試験)

各試験片(基材EGY768)を用いて80wt%Na₂SO₄-20wt%V₂O₅合成灰塗布試験を実施し、その結果を表5にとりまとめて示した。本発明による実施例の腐食量はCo-20Ni-25Cr-8Al※50

※-0.5Y、Ni-25Cr-6Al-0.5Yの1/2~1/5程度であり、また、Co-30Cr-12Al-1YやCo-20Ni-35Cr-15Al-0.5Y単層処理品に比べても腐食量は少なくなる傾向を示した。

【0030】

* * 【表5】
表 5

	実 施 例				Co-20Ni-25Cr -8Al-0.5Y	Ni-25Cr- 6Al-0.5Y	Co-30Cr- 12Al-1Y	Co-20Ni-35Cr -15Al-0.5Y
	1	2	3	4				
腐食減量 (mg/cm ²)	48	23	35	21	100	98	63	70
最大浸食深さ (μm)	52	35	30	28	100	82	55	61

注1) 試験条件 合成灰 80wt%Na₂SO₄-20wt%V₂O₅、温度 850℃、時間 100hr

注2) それぞれCo-20Ni-25Cr-8Al-0.5Yの値を100とした。

【0031】(実施例5～12)本発明の第2発明による実施例5～12を下記表6にとりまとめた。被処理物は通常のカスタービンに用いられる動・静翼とし、それぞれの材質は代表的な動翼材(IN738LC, N※

※i基超合金)及び静翼材(ECY768, Co基合金)とした。

【0032】

【表6】

表 6

実施例	翼種類	翼材質	前処理	① → ② → ③ (VPS)															熱 処 理	
				Co	Ni	Cr	Al	Y	Co	Ni	Cr	Al	Pt	Y	Co	Ni	Cr	Al		Y
5	静翼	ECY768	7%ニハグラスト	—	B	25	6	0.5	—	B	25	8	1	0.5	B	—	30	12	1	1120~1190℃ 2hr
6	“	“	“	—	B	20	8	1.0	—	B	25	8	5	0.5	B	25	35	15	0.5	“
7	“	“	“	B	20	25	8	0.5	B	20	25	6	1	0.5	B	—	35	10	1.0	“
8	“	“	“	B	30	20	8	1.0	B	25	20	8	5	1.0	B	20	30	15	0.5	“
9	動翼	IN738LC	“	—	B	25	6	0.5	—	B	25	8	1	0.5	B	—	30	12	1	“
10	“	“	“	—	B	20	8	1.0	—	B	25	8	5	0.5	B	25	35	15	0.5	“
11	“	“	“	B	30	25	8	0.5	B	20	25	6	1	0.5	B	—	35	10	1	“
12	“	“	“	B	30	20	8	1.0	B	25	20	8	5	1.0	B	30	35	10	0.5	“

注) VPS溶射層 目標厚さ ① 20μm (実施例5～8)、50μm (実施例9～12)

② 10～20μm (実施例5～12)

③ 50μm (実施例5～6)、150μm (実施例7～8)、300μm (実施例9～12)

【0033】(1) 表面処理層の密着性

実施例5～12及びECY768, IN738LCへ直接実施例5～12の最終溶射材料をVPS溶射したもの(40)を供試材(径12mm×長さ100mm)として1000℃加熱、15分間保持後、水中(室温)へ投入する熱衝撃試験を5回繰返し、各サイクル毎に各処理層のクラックや剥離などの発生を確認した結果、ECY768やIN738LCへ直接、最終溶射材料を溶射したものはいずれも1～5サイクルの間でクラックを生じ、一部では剥離脱落がみられたのに対し、実施例5～12はいずれも酸化スケールが若干付着している程度であり異常は認められなかった。

【0034】(2) 表面処理層の耐食性

★50 【表7】

★実施例5～12及び従来使用のCoNiCrAlY(Co-20Ni-25Cr-8Al-0.5Y)とNiCrAlY(Ni-20Cr-8Al-1.0Y)単層処理品、無処理材(ECY768, IN738LC)を供試材として80wt%Na₂SO₄-20wt%V₂O₅合成灰塗布試験を実施し、その結果を表7にとりまとめた。

【0035】本発明による実施例の腐食量はいずれも無処理材の1/70～1/100、従来使用のCoNiCrAlY, NiCrAlYの1/2～1/5程度であり、すぐれた耐食性を有することが確認された。

【0036】

	本 発 明 実 施 例								従 来 例		無 処 理 材	
	5	6	7	8	9	10	11	12	CoNiCrAlY	NiCrAlY	ECY768	IN738LC
腐食減量 (mg/cm ²)	1.4	1.0	1.3	1.1	1.3	1.1	1.2	1.3	3.0	5.2	120	100
最大浸食深さ (μm)	1.6	1.5	1.6	1.7	1.5	1.3	1.6	1.4	7.0	6.5	115	100

注1) 試験条件 合成灰 80wt%Na₂SO₄-20wt%V₂O₅、 温度 850℃、 時間 100hr

注2) 表面処理材の基材は全てECY768とした。

注3) それぞれ無処理材IN738LCの値を100とした。

【0037】(3) 処理膜厚について

第1層として溶射するNiCrAlY又はCoNiCrAlYは前記の如く密着性の保持を目的としているが、20μm以下では全処理面がコーティングされていない可能性があり、さらに50μm程度の厚さで十分目的が達成され、50μm以上の膜厚は特に密着性に寄与しないことが確認された。さらに第2層のPt入りのNiCrAlY又はCoNiCrAlYは使用に伴い、Pt濃縮層が形成されるためには10~20μmの膜厚で可能であり、20μm以上のコーティングはPt入りの高価なコーティング材を増加する一方耐食性の向上には寄与しない。また第3層(最表層)は耐食性を発揮し実使用*

*に耐える寿命を有するためには、最低50μm程度の膜厚を保持することが重要であるが、膜厚が300μm以上となるとクラックなどの皮膜欠陥が出現しやすいことを確認している。

【0038】

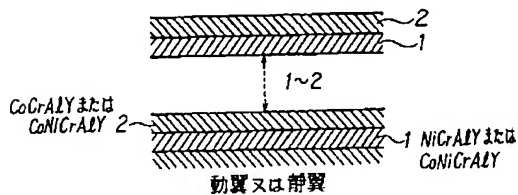
【発明の効果】本発明により、ガスタービンなどの動・静翼に密着性、高耐食性に優れた表面層を付与することができる。

【図面の簡単な説明】

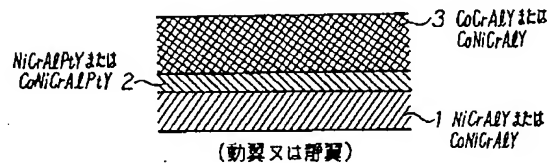
【図1】本発明の一実施例(第1発明)の説明図。

【図2】本発明の他の実施例(第2発明)の説明図。

【図1】



【図2】



フロントページの続き

(72)発明者 高橋 孝二
兵庫県高砂市荒井町新浜二丁目1番1号
三菱重工業株式会社高砂製作所内

(72)発明者 広田 法秀
兵庫県高砂市荒井町新浜二丁目1番1号
三菱重工業株式会社高砂製作所内